

東シナ海におけるサブメソスケール乱流混合による黒潮暖流の輸送効果の解析

○上平雄基¹・内山雄介¹

(¹: 神戸大院工)

キーワード: ダウンスケーリング, ROMS, サブメソスケール現象, 黒潮

1. はじめに

琉球諸島周辺海域におけるサンゴ浮遊幼生や栄養塩等の輸送, 生態系ネットワーク構造の解明にあたっては, 琉球諸島西岸沖約 200 km の東シナ海大陸棚斜面に沿って北上する黒潮暖流の影響や波及効果を定量的に評価することが重要となる. 著者ら (2014 春季大会, 以後前報) は, 高解像度ダウンスケーリング海洋モデルによる数値実験を行い, eddy heat flux (以下 EHF) 解析結果から, 黒潮と琉球諸島間の海洋表層において発達する負のサブメソスケール渦 (anti-cyclonic submesoscale 渦: ACS 渦) によって活発な海水交換と黒潮の波及が促進されていることを示した. また, その原因を考察するために, 琉球諸島周辺の海底地形を変化させた数値実験を実施し, 地形効果の定量的評価を行った. その結果, 本海域において特徴的な, 黒潮波及を促進する ACS 渦の発達は, 琉球諸島を形成するリッジ地形によって黒潮が本流と琉球海流とに分枝され, 本流とリッジに挟まれた狭隘な水路の影響下において強い地形性シアを受けて形成されたことを示した. 本報では, 前報で開発した 2 段ネスト海洋モデルをベースに, 黒潮と琉球諸島間の熱輸送構造について, 温位分散コンターに対して成分分離することにより, EHF の方向や大きさについて詳細な解析を行ったので, その結果を報告する.

2. 解析モデル

JCOPE2 再解析データ (水平解像度 10 km) を最外境界条件に, 領域海洋循環モデル ROMS を用いて L1 (同 3 km) → L2 (同 1 km) へと順次ダウンスケーリングを行った. 解析に用いる L2 モデルの計算期間は 2011/3/27 ~ 2012/10/21 であり, その基本特性や再現性等については前報で確認済みである.

3. 結果

沖縄本島西側海域において生じる黒潮の北上に伴う強い負のサブメソスケール渦 (ACS 渦) による黒潮系暖水

塊の沖縄本島西海岸への波及促進効果を定量的に見積もるため, 熱をトレーサーとして海洋表層における水平乱流混合を評価することを試みる. ここでは乱流 (渦) 成分による Reynolds 拡散フラックスを渦熱輸送フラックス (EHF) $\mathbf{F} = (\overline{u'T'}, \overline{v'T'})$ として評価する. ただし, T : 温位, u, v : 水平流速, プライムを付した変数は季節変動成分を除去した渦成分, バーは時間平均である. Helmholtz 分解により, EHF は以下のように分解される (例えば, Aoki ら, 2013) .

$$\mathbf{F} = k \times \nabla\psi + \nabla\phi \quad (1)$$

ただし, k は鉛直単位ベクトル, ψ は流れ関数, ϕ は速度ポテンシャルである. 右辺第一項は EHF の回転成分 (以下 rEHF と呼称), 第二項は EHF の発散成分 (dEHF と呼称) である. (1) 式の発散を取れば, ϕ に関する Poisson 方程式が得られる.

$$\nabla^2\phi = \nabla\mathbf{F} \quad (2)$$

境界条件を $\nabla\phi \cdot \mathbf{n} = 0$ として式 (2) を解けば, rEHF と dEHF が求まる. ただし, \mathbf{n} は水平境界に直交する単位ベクトルである. 図-1 に各モデルによる表層 dEHF を示す. dEHF の向きは表層水温の分散のコンターに直交しており, 輸送方向は黒潮を境に逆向きとなり, 黒潮系暖水が東シナ海陸棚方向および琉球諸島方向へ輸送されていることが分かる. また, 解像度が高いほどサブメソスケール渦の影響が強くなって dEHF が増大し, 流軸西側よりも東側でより大きな輸送が見られる. 一方, ここでは示さないが, 表層水温の分散のコンターに沿う方向の輸送成分を表す rEHF についても, 解像度, 黒潮流軸東西での差異が見られた. これらの結果から, 成分分解によって黒潮-琉球諸島間の表層での熱輸送を評価できる事が分かった. 今後は水深毎の EHF や, 順圧 EHF についても同様の解析等を行い, 更なるメカニズムの解明を進める予定である.

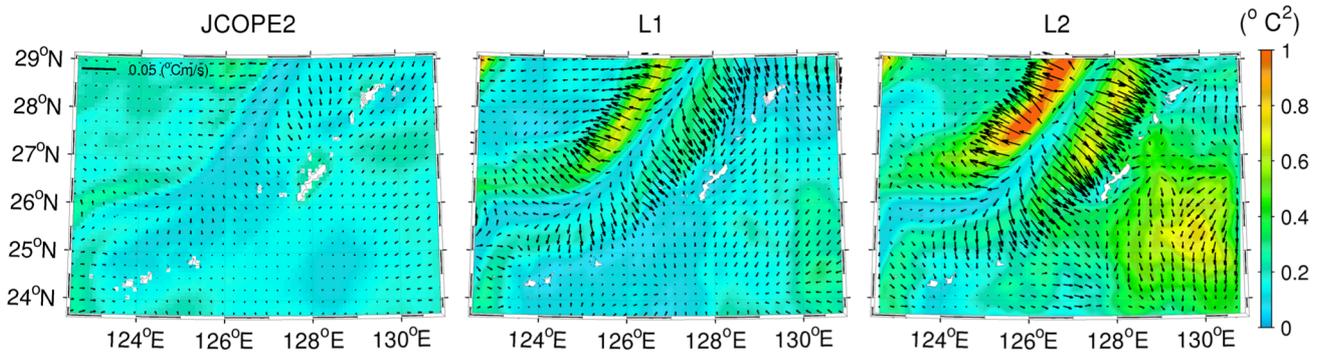


図-1 各モデルによる海洋表層 dEHF 全成分 (ベクトル). カラーは SST 分散 ($\overline{T'^2}$) の空間分布.